

PAT-NO: JP02007100578A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2007100578 A
TITLE: EXHAUST EMISSION CONTROL DEVICE OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

PUBN-DATE: April 19, 2007

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
IBE, MASAYA	N/A
SOFUE, YUICHI	N/A
MATSUBARA, HIROYUKI	N/A
KAKIHANA, MASARU	N/A
HIRATA, HIROTO	N/A
ISHIBASHI, KAZUNOBU	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TOYOTA MOTOR CORP	N/A

APPL-NO: JP2005291091
APPL-DATE: October 4, 2005

**INT-CL-
ISSUED:**

TYPE	IPC DATE	IPC-OLD
IPCP	F01N3/20 20060101	F01N003/20
IPFC	B01D53/94 20060101	B01D053/94
IPFC	F01N3/08 20060101	F01N003/08
IPFC	F01N3/18 20060101	F01N003/18

IPFC

F01N3/36 20060101 F01N003/36

IPFC

B01J19/08 20060101 B01J019/08

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve fuel economy and maintaining catalyst purification capacity by efficiently reducing a sulfur poisoning recovery treatment time or lowering a sulfur poisoning recovery treatable temperature in an exhaust emission control device having an exhaust purifying catalyst requiring the sulfur poisoning recovery treatment such as a NO_x storage/reduction type catalyst.

SOLUTION: This exhaust emission control device of the internal combustion engine in which the exhaust purifying catalyst is disposed in an exhaust passage comprises a plasma injector having a plasma reforming part. The sulfur poisoning recovery treatment for the exhaust purifying catalyst is performed by adding active species formed by plasma-reforming at least either of a fuel and an air by a plasma injector beforehand to exhaust gases on the upstream side of the exhaust purifying catalyst.

COPYRIGHT: (C)2007,JPO&INPIT

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-100578

(P2007-100578A)

(43) 公開日 平成19年4月19日 (2007.4.19)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO1N 3/20 (2006.01)	FO1N 3/20 E	3G091
BO1D 53/94 (2006.01)	BO1D 53/36 IO1A	4D048
FO1N 3/08 (2006.01)	FO1N 3/08 ZABC	4G075
FO1N 3/18 (2006.01)	FO1N 3/08 D	
FO1N 3/36 (2006.01)	FO1N 3/18 C	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2005-291091 (P2005-291091)
 (22) 出願日 平成17年10月4日 (2005.10.4)

(71) 出願人 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100092624
 弁理士 鶴田 準一
 (74) 代理人 100102819
 弁理士 島田 哲郎
 (74) 代理人 100110489
 弁理士 篠崎 正海
 (74) 代理人 100082898
 弁理士 西山 雅也

最終頁に続く

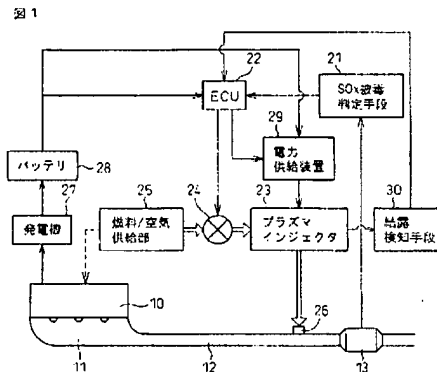
(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57) 【要約】

【課題】 硫黄被毒回復処理が必要となる、例えばNO_x吸蔵還元触媒のような排気浄化触媒を備えた排気浄化装置において、硫黄被毒回復処理時間の短縮化あるいは硫黄被毒回復処理可能温度の低温化を、より効率的に図ることができ、燃費の向上および触媒浄化能力の維持を図ることが可能な排気浄化装置を提供すること。

【解決手段】 本内燃機関の排気浄化装置は、排気通路に排気浄化触媒が配置された内燃機関の排気浄化装置であって、プラズマ改質部を有するプラズマインジェクタを有し、あらかじめプラズマインジェクタにより燃料および空気の少なくとも一方からプラズマ改質してもたされた活性種を、排気浄化触媒よりも上流の排気に添加して、排気浄化触媒の硫黄被毒回復処理を行うことを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

排気通路に排気浄化触媒が配置された内燃機関の排気浄化装置において、
プラズマ改質部を有するプラズマインジェクタを有し、
あらかじめ前記プラズマインジェクタにより燃料および空気の少なくとも一方からプラズマ改質してもたされた活性種を、前記排気浄化触媒よりも上流の排気に添加して、前記排気浄化触媒の硫黄被毒回復処理を行う、
ことを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 2】

前記排気浄化触媒の硫黄被毒回復処理は、前記プラズマインジェクタにより、燃料から
プラズマ改質してもたらされた活性種と空気からプラズマ改質してもたらされた活性種と
の両方が活用されて行われる、ことを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装
置。 10

【請求項 3】

前記プラズマインジェクタにより、燃料からプラズマ改質してもたらされた活性種には
水素ガスが含まれ、空気からプラズマ改質してもたらされた活性種にはオゾンが含まれる
、ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 4】

前記プラズマインジェクタの結露状態を感知する結露検出手段を有する、ことを特徴と
する請求項 1 から請求項 3 のいずれか一つの請求項に記載の内燃機関の排気浄化装置。 20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の排気浄化装置、特に、排気浄化性能を維持すべく硫黄被毒回復処
理が必要となる排気浄化触媒を備えた内燃機関の排気浄化装置に関する。

【背景技術】

【0002】

排気浄化性能を維持すべく硫黄被毒回復処理が必要となると考えられる内燃機関の排気
浄化触媒の一つに、 NO_x 吸蔵還元触媒がある。燃費の向上および排出ガス規制の観点か
ら、ガソリン内燃機関において運転領域の大部分がリーン空燃比で運転される希薄燃焼内
燃機関の実用化が進められているとともに、ディーゼル内燃機関の適用範囲が拡大されつ
つある。希薄燃焼ガソリン内燃機関やディーゼル内燃機関では、リーン空燃比すなわち空
気過剰のもとで燃料が燃焼せしめられるため、不完全な燃焼成分である HC （炭化水素）
および CO （一酸化炭素）の排出量が少ない反面、空気中の窒素と燃え残りの酸素とが反
応して生成される NO_x （窒素酸化物）の排出量が多くなる。 30

【0003】

このように比較的多量に生成される有害な NO_x の大気中への放出量を低減するために
、内燃機関排気系に NO_x 吸蔵還元触媒を配置することが知られている。 NO_x 吸蔵還元
触媒は、流入する排気空燃比がリーン空燃比のときに排気中の NO_x を硝酸塩の形態で吸
収、吸着もしくはその両方により吸蔵し、流入する排気空燃比がリッチ空燃比であるとき
に、吸蔵した NO_x を放出する役割を果たすものである。放出された NO_x は、還元成分
（ HC 、 CO 、 H_2 ）により還元浄化せしめられる。 40

【0004】

このような NO_x 吸蔵還元触媒を備えた排気浄化装置によれば、酸素濃度が高い希薄燃
焼の排気中から NO_x を良好に吸収し、定期的なリッチ混合気燃焼運転（リッチスパイク
運転とも称す）によって、排気中の酸素濃度を低下させるとともに排気中に HC や CO 等
の還元成分を存在させ、吸収した NO_x を大気中に放出させることなく良好に還元浄化す
ることができる。

【0005】

しかしながら、このような NO_x 吸蔵還元触媒を備えた排気浄化装置においては、燃料 50

中の硫黄成分に起因するNO_x吸蔵還元触媒のNO_x吸蔵能力の低下、いわゆる硫黄被毒が問題となる。

【0006】

内燃機関の燃料、例えばガソリンや軽油などの燃料には、硫黄成分が含有している場合が多く、この場合、燃烧後の排気中には、SO₂やSO₃などのSO_x（硫黄酸化物）が含まれることになる。排気中にSO_xが存在すると、NO_x吸蔵還元触媒は、NO_xの吸蔵を行う一方で、排気中のSO_xも硫酸塩の形態で吸蔵することが知られている。

【0007】

NO_x吸蔵還元触媒に吸蔵されたSO_xは安定していて分解しづらく、NO_x吸蔵還元触媒が排気中のNO_xを吸蔵し且つ還元浄化することができる温度領域では、NO_x吸蔵還元触媒から脱離しないことが明らかにされている。 10

【0008】

このため、NO_x吸蔵還元触媒が、排気中のNO_xを吸蔵し且つ還元浄化することができる温度領域、例えば、300℃～450℃の温度領域で、SO_xを含有する排気に対して使用される場合、NO_xの吸蔵および還元浄化が行われる一方で、NO_x吸蔵還元触媒にはSO_xが分解されず残存する。従って、時間が経過するにつれてNO_x吸蔵還元触媒内のSO_x量が増大することになり、かくして、時間が経過するにつれてNO_x吸蔵還元触媒が吸蔵することができるNO_x量が低下することになり、いわゆる硫黄被毒（またはS被毒）の問題が生じる。

【0009】

一方で、NO_x吸蔵還元触媒温度を上昇させることで、例えば、NO_x吸蔵還元触媒温度を600℃以上に上昇させることで、NO_x吸蔵還元触媒に吸蔵されたSO_xを熱分解させ放出させることができることが明らかにされている。 20

【0010】

そこで、NO_x吸蔵還元触媒を備える排気浄化装置においては、硫黄被毒を解消する一つの方法として、NO_x吸蔵還元触媒に流入する排気空燃比をリッチ空燃比にしつつNO_x吸蔵還元触媒温度を上昇させる、硫黄被毒回復処理が適用されている。該硫黄被毒回復処理により、NO_x吸蔵還元触媒に吸蔵されたSO_xを熱分解し、この熱分解されたSO_xのNO_x吸蔵還元触媒への再吸蔵を防止しつつNO_x吸蔵還元触媒からSO_xを放出することが可能となる。 30

【0011】

例えば、特開平10-54274号明細書においては、NO_x吸蔵還元触媒を備え且つ硫黄被毒回復処理が適用されている内燃機関の排気浄化装置が示されており、NO_x吸蔵還元触媒からSO_xを放出させるべくNO_x吸蔵還元触媒温度を上昇させる方法として、点火時期を制御することが示されている。具体的には、点火時期を遅角させることで、NO_x吸蔵還元触媒に流入する排気ガスの温度を上昇させ、硫黄被毒回復処理に適した温度領域になるまで、NO_x吸蔵還元触媒温度を上昇させることが記載されている。

【0012】

【特許文献1】特開平10-54274号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

しかしながら、触媒温度を昇温させるためには、熱エネルギーが必要となり、該熱エネルギーを得るべく燃料を追加供給する場合には燃費の悪化がもたらされる。また、触媒温度が高温とされることによる触媒自体の性能劣化がもたらされる可能性がある。従って、硫黄被毒回復処理が必要となる、例えばNO_x吸蔵還元触媒のような排気浄化触媒を備えた排気浄化装置においては、燃費の向上および触媒浄化能力の維持の両観点から、硫黄被毒回復処理時間の短縮化、あるいは、硫黄被毒回復処理可能温度の低温化を図ることが重要な一つの課題になると考える。

【0014】

50

この課題に対して、例えば特開 2 0 0 2 - 2 5 6 8 5 3 号明細書においては、 NO_x 吸蔵還元触媒よりも上流側の排気通路にプラズマ発生装置が配置された内燃機関の浄化装置において、硫黄被毒回復処理時に選択的にプラズマ発生装置を作動させ、排気自体をプラズマ改質し、すなわち、排気中の還元成分をプラズマ改質により活性化し還元力を強化することで、硫黄被毒回復処理時間の短縮化を図ることが示されている。しかしながら、容量が大きい排気自体をプラズマ改質するためには多大なエネルギーが必要になることが考えられ更なる改良の余地が残されていると考える。

【0015】

本発明は、上記課題に鑑み、硫黄被毒回復処理が必要となる、例えば NO_x 吸蔵還元触媒のような触媒を備えた排気浄化装置において、硫黄被毒回復処理時間の短縮化、あるいは硫黄被毒回復処理可能温度の低温化を、より効率的に図ることができ、燃費の向上および触媒浄化能力の維持を図ることが可能な排気浄化装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0016】

請求項 1 の発明によれば、排気通路に排気浄化触媒が配置された内燃機関の排気浄化装置において、プラズマ改質部を有するプラズマインジェクタを有し、あらかじめ前記プラズマインジェクタにより燃料および空気の少なくとも一方からプラズマ改質してもたされた活性種を、前記排気浄化触媒よりも上流の排気に添加して、前記排気浄化触媒の硫黄被毒回復処理を行う、ことを特徴とする内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0017】

すなわち、請求項 1 の発明では、反応性の高い活性種を排気にもたらすべく、排気自体がプラズマ改質されるのではなく、あらかじめプラズマインジェクタにより空気および燃料の少なくとも一方からプラズマ改質されて生成された反応性の高い活性種が、排気浄化触媒よりも上流の排気に添加されて、硫黄被毒回復処理が実行される。空気および燃料の少なくとも一方からプラズマ改質により生成された反応性の高い活性種により、硫黄被毒回復処理の効率化を図ることが可能となる。

【0018】

具体的には、空気からプラズマ改質により生成された反応性の高い活性種により、排気浄化触媒上での燃焼反応を促進することができる。これにより、硫黄被毒処理可能温度への到達時間を短縮することができ燃費の向上を図ることを可能とする。また、硫黄被毒回復処理にかかる時間が短縮されることは、排気浄化触媒が高温にさらされる時間が短縮されることとなり、硫黄被毒回復処理の際に排気浄化触媒が受ける高熱に起因する排気浄化触媒の耐久性能劣化を抑制でき、触媒浄化能力の維持を図ることを可能とする。更に、例えばディーゼル内燃機関においては、不完全燃焼成分の HC が排気中に少ないことから、排気浄化触媒温度の昇温のための燃焼反応を促進すべく、排気中に燃料を噴霧することが知られているが、本発明によれば、空気からプラズマ改質により生成された反応性の高い活性種例えばオゾン (O_3) により、排気中の少ない不完全燃焼成分の HC との効率の良い燃焼反応がもたらされ、排気中に新たな燃料を噴霧することなく、排気浄化触媒温度を所定温度へと昇温させることを可能とする。

【0019】

また、燃料からプラズマ改質により生成された反応性の高い活性種により、排気浄化触媒上での燃焼反応の促進、硫黄被毒脱離反応の促進および硫黄被毒回復処理可能温度の低温化を図ることができる。これにより、硫黄被毒回復処理時間を短縮することができ、上述した空気からのプラズマ改質の場合と同様に、燃費の向上および触媒浄化能力の維持を図ることを可能とする。

【0020】

請求項 2 の発明によれば、前記排気浄化触媒の硫黄被毒回復処理は、前記プラズマインジェクタにより、燃料からプラズマ改質してもたらされた活性種と空気からプラズマ改質してもたらされた活性種との両方が活用されて行われる、ことを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0021】

すなわち、請求項2の発明では、排気浄化触媒の硫黄被毒回復処理に、燃料からプラズマ改質してもたらされた活性種と空気からプラズマ改質してもたらされた活性種との両方が活用される。これにより、燃料からプラズマ改質してもたらされた活性種と空気からプラズマ改質してもたらされた活性種のもたらす、それぞれの有用な作用効果を適宜に活用し、より効率の良い硫黄被毒回復処理を実現することが可能なる。

【0022】

請求項3の発明によれば、前記プラズマインジェクタにより、燃料からプラズマ改質してもたらされた活性種には水素ガスが含まれ、空気からプラズマ改質してもたらされた活性種にはオゾンが含まれる、ことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

10

【0023】

すなわち、請求項3の発明では、燃料からプラズマ改質してもたらされた活性種に水素ガスが含まれ、空気からプラズマ改質してもたらされた活性種にオゾンが含まれる、ことを限定する。

【0024】

請求項4の発明によれば、前記プラズマインジェクタの結露状態を感知する結露検出手段を有する、ことを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか一つの請求項に記載の内燃機関の排気浄化装置が提供される。

【0025】

20

すなわち、請求項4の発明では、本排気浄化装置が結露検出手段を有し、プラズマインジェクタの結露状態を検知することができ、これにより、プラズマインジェクタ内部での排気中の水分の結露に起因する漏電によるプラズマインジェクタの故障や消費電力の増加などを回避することが可能となる。

【発明の効果】

【0026】

各請求項に記載の発明によれば、硫黄被毒回復処理時間の短縮化あるいは硫黄被毒回復処理可能温度の低温化を、より効率的に図ることができ、燃費の向上および触媒浄化能力の維持を図ることが可能となる共通の効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0027】

以下、添付図面を参照して本発明の一実施形態について説明する。

図1は、本発明の排気浄化装置を自動車用のディーゼル内燃機関あるいは希薄燃焼ガソリン内燃機関に適用した場合の一実施形態を示す模式図である。

図1において、10はディーゼル内燃機関あるいは希薄燃焼ガソリン内燃機関の内燃機関本体、11は排気マニホールド、12は排気管、13はNO_x吸蔵還元触媒、をそれぞれ示す。また、図1において、21はSO_x被毒判定手段、22は電子制御装置（ECU）、23はプラズマインジェクタ、24はバルブ、25は燃料／空気供給部、26は活性種添加ポート、27は発電機、28はバッテリー、29は電力供給装置、をそれぞれ示す。

【0028】

40

まず、図1に示されたディーゼル内燃機関あるいは希薄燃焼ガソリン内燃機関の基本構成となる内燃機関本体10、排気マニホールド11、排気管12、発電機27およびバッテリー28、のそれぞれについて簡単に説明する。

【0029】

内燃機関本体10は、ディーゼル内燃機関あるいは運転領域の大部分がストイキよりもリーンな空燃比で運転される希薄燃焼ガソリン内燃機関の内燃機関本体であり、該内燃機関本体10からの排気の通路となる排気系には、排気マニホールド11、排気管12およびNO_x吸蔵還元触媒13が、それぞれ配置されている。

排気マニホールド11は、内燃機関本体10に連結され、該内燃機関本体10内に配置されている各気筒からの排気を1本の排気管12に送り込む役割を果たすものである。

50

発電機 27 は、内燃機関本体 10 に接続され、該内燃機関本体 10 と協働して電気を発生せしめる役割を果たすものであり、また、バッテリー 28 は、発電機 27 と接続されることで、発生せしめられた電気を蓄える役割を果たすものである。

【0030】

次に、図 1 に示された実施形態となる内燃機関の排気浄化装置が有する各構成要素について説明する。

図 1 に示された実施形態における内燃機関の排気浄化装置は、概して、NO_x 吸蔵還元触媒 13、SO_x 被毒判定手段 21、電子制御装置 (ECU) 22、プラズマインジェクタ 23、バルブ 24、燃料/空気供給部 25、活性種添加ポート 26、電力供給装置 29 および結露検知手段 30 を有する。

10

【0031】

NO_x 吸蔵還元触媒 13 は、該 NO_x 吸蔵還元触媒 13 に流入する排気中の酸素濃度が高いときに、排気中の NO_x を吸収、吸着もしくはその両方により吸蔵することで排気中から NO_x を除去し、該 NO_x 吸蔵還元触媒 13 に流入する排気中の酸素濃度が低いときに、吸蔵した NO_x を放出する機能を有する。放出された NO_x は、排気に含まれる還元成分となる H₂C、CO 等と反応して還元浄化せしめられる。

【0032】

このように NO_x 吸蔵還元触媒 13 は、該 NO_x 吸蔵還元触媒 13 に流入する排気中の酸素濃度が高いときに排気中の NO_x を吸蔵する一方で、NO_x 吸蔵還元触媒 13 に流入する排気中に SO_x が含まれている場合には、NO_x と同様に SO_x も吸蔵することが知られている。内燃機関本体 10 に供給される燃料中には硫黄成分が含まれていることが多く、この場合、NO_x 吸蔵還元触媒 13 に流入する排気中には硫黄分の燃焼により生じた SO_x が含まれることになり、NO_x 吸蔵還元触媒 13 には、NO_x ばかりでなく、SO_x も吸蔵されることになる。

20

【0033】

NO_x 吸蔵還元触媒 13 に吸蔵された SO_x は、NO_x 吸蔵還元触媒 13 に吸蔵された NO_x と比較して、安定度が高く分解しづらく、NO_x 吸蔵還元触媒 13 が排気中の NO_x を吸蔵し且つ還元浄化することができる温度領域内で NO_x 吸蔵還元触媒 13 が使用されるかぎり、NO_x 吸蔵還元触媒 13 に吸蔵された SO_x は分解されずに NO_x 吸蔵還元触媒 13 に残存することが知られている。従って、NO_x 吸蔵還元触媒 13 が排気中の NO_x を吸蔵し且つ還元浄化することができる温度領域内で NO_x 吸蔵還元触媒 13 が使用されるかぎり、時間が経過するにつれて、NO_x 吸蔵還元触媒 13 内の SO_x 量は増大し、その結果、NO_x 吸蔵還元触媒 13 が排気中から吸蔵することができる NO_x 量は低下することになる。

30

【0034】

しかるに、NO_x 吸蔵還元触媒 13 の温度を所定の温度以上に、例えば 600℃ 以上に上昇させ、NO_x 吸蔵還元触媒 13 に流入する排気空燃比をリッチ空燃比とすることで、硫黄被毒脱離反応をもたらすことができることも知られている。すなわち、NO_x 吸蔵還元触媒 13 の温度を所定の温度以上に上昇させることで、硝酸塩の形態で NO_x 吸蔵還元触媒 13 に吸蔵された SO_x を熱分解させ、NO_x 吸蔵還元触媒 13 から脱離させ、NO_x 吸蔵還元触媒 13 から脱離された SO_x を、排気中の H₂C、CO、H₂ などの還元成分によって還元浄化させることができることが知られている。

40

【0035】

プラズマインジェクタ 23 は、このことに基づいて、NO_x 吸蔵還元触媒温度の昇温のための燃焼反応を促進しおよび/または硫黄被毒脱離反応を促進すべく、反応性の高い活性種をプラズマ改質により燃料および空気の少なくとも一方から生成し、あらかじめプラズマ改質された反応性の高い活性種を NO_x 吸蔵還元触媒 13 よりも上流の排気中に添加し、NO_x 吸蔵還元触媒 13 の硫黄被毒を効率的に回復する役割を果たすものである。

【0036】

プラズマインジェクタ 23 は、プラズマ改質部を有し、バッテリー 28 に接続された電力

50

供給装置 2 9 と協働してプラズマ改質部に電圧を印加することによりプラズマを発生させ、燃料および空気の少なくとも一方から反応性の高い活性種を生成することができる。プラズマインジェクタ 2 3 により生成された反応性の高い活性種は、 NO_x 吸蔵還元触媒 1 3 よりも上流の排気管 1 2 上に配置された活性種添加ポート 2 6 を介して、排気中に添加される。

【0037】

プラズマインジェクタ 2 3 には、バルブ 2 4 を介して、燃料／空気供給部 2 5 が流体連通されている。燃料／空気供給部 2 5 は、プラズマインジェクタ 2 3 に供給する燃料および空気の供給源となる部分である。また、バルブ 2 4 は、燃料／空気供給部 2 5 からの燃料あるいは空気のいずれか一方のプラズマインジェクタ 2 3 への適宜な供給をもたらす役割を果たすものである。燃料／空気供給部 2 5 は、内燃機関を作動すべく内燃機関本体 1 0 に燃料および空気のそれぞれを供給する各構成要素と兼用されてもよく、また、内燃機関本体 1 0 に燃料および空気のそれぞれを供給する各構成要素とは別個の構成要素として形成されてもよい。

【0038】

SO_x 被毒判定手段 2 1 は、概して、 SO_x 吸蔵量検出手段、 SO_x 放出量検出手段および NO_x 吸蔵還元触媒温度検出手段を有し、 NO_x 吸蔵還元触媒 1 3 の SO_x 被毒状態を推定する機能を有する。また、 SO_x 被毒判定手段 2 1 は、電子制御装置 2 2 (以下、ECU と称す) に、 NO_x 吸蔵還元触媒 1 3 に吸蔵された SO_x 量、硫黄被毒回復処理により NO_x 吸蔵還元触媒 1 3 から放出された SO_x 量、および NO_x 吸蔵還元触媒 1 3 の温度の各検出情報を伝達可能に構成されている。

【0039】

SO_x 吸蔵量検出手段は、流入する排気により NO_x 吸蔵還元触媒 1 3 に吸蔵された SO_x 量を推定する機能を有する。例えば、 SO_x 吸蔵量は、燃料中の硫黄成分の濃度および消費燃料から推定されうる。この場合、 SO_x 吸蔵量検出手段は、燃料中の硫黄成分の濃度および消費燃料量のそれぞれを検出する構成要素を有して構成されることになる。

【0040】

SO_x 放出量検出手段は、硫黄被毒回復処理により NO_x 吸蔵還元触媒 1 3 から放出あるいは脱離された SO_x 量を推定する機能を有する。例えば、 NO_x 吸蔵還元触媒 1 3 から SO_x 放出量は、 NO_x 吸蔵還元触媒温度および排気空燃比から推定されうる。この場合、 SO_x 放出量検出手段は、 NO_x 吸蔵還元触媒温度および排気空燃比のそれぞれを検出する構成要素を有して構成されることになる。排気空燃比の検出には、排気空燃比センサーが使用されうる。

【0041】

NO_x 吸蔵還元触媒温度検出手段は、 NO_x 吸蔵還元触媒 1 3 の温度を推定する機能を有する。 NO_x 吸蔵還元触媒温度は、例えば、 NO_x 吸蔵還元触媒 1 3 に近接して配置された排気温度センサーにより検出された温度情報に基づいて推定されうる。この場合、 NO_x 吸蔵還元触媒温度検出手段は、排気温度センサーを有して構成される。但し、この場合、 NO_x 吸蔵還元触媒 1 3 と排気温度センサーとの間には、多少の隔たりがあり、この隔たりにおける温度勾配を推定すべく、回転負荷、空燃比、熱伝達係数、触媒反応速度等のパラメータを用いて補正が行われることになり、これらの各情報を検出する各構成要素もまた、 NO_x 吸蔵還元触媒温度を推定するための構成要素となる。

【0042】

結露検知手段 3 0 は、プラズマインジェクタ 2 3 内部での排気中の水分の結露に起因する漏電によるプラズマインジェクタ 2 3 の故障や消費電力の増加などを回避すべく、プラズマインジェクタ 2 3 の結露による漏電の可能性の有無を判定する機能を有し、この判定情報を ECU 2 2 に伝達可能に構成される。結露による漏電の可能性の有無の判定は、具体的には、電流計を配置して電流量を監視することにより行われるか、あるいは、漏電の起こらない湿度条件を規定し、湿度計を配置して湿度を監視することで行われることが考えられるが、これ以外の適当な他の方法で判定されてもよい。硫黄被毒回復処理の実行に

当たってプラズマインジェクタ23を利用する場合、プラズマインジェクタ23のプラズマ改質部に結露が存在した状態でプラズマ発生のために電圧が印加されると、結露に起因して電気が漏電することがある。特に、低温領域においては、排ガス中の水分の結露により漏電が起こる可能性が大きく、この漏電を回避すべく結露検知手段30を排気浄化装置の一構成要素として備えることは有用である。但し、該結露検知手段30は、必要不可欠なものではなく、本排気浄化装置の一構成要素として備えられていなくともよく、使用環境条件および設計条件に応じて適宜に備えられる。

【0043】

ECU22は、プラズマインジェクタ23による硫黄被毒回復処理を実行すべく、SOx被毒判定手段21の検出情報および結露検知手段30の検知情報に基づいて、プラズマインジェクタ23に電圧を印加する電力供給装置29およびバルブ24の作動を制御する役割を果たすものである。また、ECU22はバッテリー28と接続され、バッテリー28から電力の供給を受けることができるように構成される。

10

【0044】

上述した各構成要素を有する本実施形態の内燃機関の排気浄化装置の作用効果について以下に説明する。

図2は、本排気浄化装置が適用された図1に示す内燃機関で実行される硫黄被毒回復処理制御の制御ルーチンの一実施形態を示すフローチャート図である。

【0045】

図2に示す制御ルーチンでは、SOx被毒判定手段21の検出情報に基づいて硫黄被毒回復処理の必要性の有無と判断された場合、まず、結露検知手段30により結露による漏電の可能性の有無の判定が行われる。漏電の可能性が有りと判定された場合には、プラズマ改質部のパージすなわちプラズマ改質部からの結露除去が実行される。漏電の可能性が無いと判定された場合には、プラズマインジェクタ23による空気からの活性種の生成がなされ、NOx吸蔵還元触媒13の温度の昇温のための燃焼反応が促進される。そして、NOx吸蔵還元触媒13の温度が所定温度に昇温されたことが確認されると、次に、プラズマインジェクタによる燃料からの活性種の生成がなされ、NOx吸蔵還元触媒13からのSOx放出のための硫黄被毒脱離反応が促進される。最後に、硫黄被毒の回復が終了したことが確認されることで一連の硫黄被毒回復処理が終了される。

20

以下に各ステップの詳細について説明する。

30

【0046】

まず、ステップ101では、NOx吸蔵還元触媒13に対する硫黄被毒回復処理の必要性の有無の判断がなされる。この判断は、SOx被毒判定手段21の一構成要素となるSOx吸蔵量検出手段からのNOx吸蔵還元触媒13のSOx吸蔵量の検出情報に基づいてECU22によりなされる。硫黄被毒回復処理の必要性が無いと判断された場合には、本制御ルーチンは終了される。硫黄被毒回復処理の必要性の有ると判断された場合には、続くステップ102に進む。

【0047】

ステップ102においては、プラズマインジェクタ23を作動すべく、電力供給装置29によるプラズマインジェクタ23への電圧の印加を許可して良いか否かの判断がなされる。この判断は、具体的には、プラズマインジェクタ23の結露による漏電の可能性の有無を判定する結露検知手段30からの検知情報に基づいてECU22によりなされる。

40

【0048】

ステップ102において、プラズマインジェクタ23の結露による漏電の可能性の有ると判断された場合には、ステップ103に進み、プラズマインジェクタ23のプラズマ改質部のパージすなわち結露除去が実行され、該パージは、プラズマインジェクタ23の結露による漏電の可能性が無いとの判断がなされるまで繰り返し実行される。このプラズマ改質部のパージの実行により、プラズマインジェクタ23内部で排気中の水蒸気が結露し、この水が伝わって電気を漏電して、プラズマインジェクタ23を故障させてしまうような不具合を回避することができ、また、漏電による消費電力増加を防止することができ、

50

効率的にプラズマを発生させることが可能となる。

【0049】

プラズマインジェクタ23のパージ方法については、例えば、空気をプラズマ改質部に流通させて実行されるか、あるいは、ヒータによる水分除去が考えられるが、これ以外の他の適当な方法で実行されてもよい。空気をプラズマ改質部に流通させて水分除去がなされる場合においては、ECU22によりバルブ24が空気をプラズマインジェクタ23に供給すべく制御される。尚、排気浄化装置の一構成要素として、結露検知手段30が備えられていない場合には、ステップ102およびステップ103は実行されることなくステップ104へと進む。

【0050】

ステップ102において、プラズマインジェクタ23の結露による漏電の可能性が無いと判断された場合には、ステップ104に進み、NOx吸蔵還元触媒温度の昇温のための燃焼反応を促進すべく、プラズマインジェクタ23による空気からの反応性の高い活性種の生成がなされる。具体的には、まず、ECU22によりバルブ24および電力供給装置29が制御され、燃料/空気供給部25からプラズマインジェクタ23のプラズマ改質部に空気が供給され、プラズマインジェクタ23に電圧が印加され、空気へのプラズマ改質がなされ、反応性の高い活性種の生成がなされる。そして、あらかじめ空気のプラズマ改質により生成された活性種が、活性種添加ポート26を介して、NOx吸蔵還元触媒13よりも上流の排気中に添加される。

【0051】

ステップ102で生成される活性種の一つに、酸素へのプラズマ改質により生成されるオゾン(O₃)がある。生成されたオゾンがNOx吸蔵還元触媒13よりも上流の排気に添加されることで、酸素の酸化力を向上させることができ、低温領域においてもNOx吸蔵還元触媒上での燃焼反応を促進することができ、硫黄被毒回復処理可能温度への到達時間を低減することが可能となる。これにより、硫黄被毒処理可能温度への到達時間を短縮することができ燃費の向上を図ることを可能とする。また、硫黄被毒回復処理にかかる時間が短縮されることは、排気浄化触媒が高温にさらされる時間が短縮されることとなり、硫黄被毒回復処理の際に排気浄化触媒が受ける高熱に起因する排気浄化触媒の耐久性能劣化を抑制でき、触媒浄化能力の維持を図ることを可能とする。

【0052】

ステップ105においては、ステップ104にて実行されたプラズマインジェクタ23による空気のプラズマ改質によるNOx吸蔵還元触媒13の昇温により、NOx吸蔵還元触媒13の温度が所定温度に到達したか否かの判断がなされる。この判断は、SOx被毒判定手段21の一構成要素となるNOx吸蔵還元触媒温度検出手段からのNOx吸蔵還元触媒温度情報にもとづいてECU22によりなされる。NOx吸蔵還元触媒温度が所定温度に到達していないと判断された場合は、再びステップ104に戻り、プラズマインジェクタ23による空気のプラズマ改質が実行され、該プラズマ改質は、NOx吸蔵還元触媒温度が所定温度に到達した判断されるまで繰り返し実行される。

【0053】

ステップ105において、NOx吸蔵還元触媒温度が所定温度に到達したと判断されると、次に、ステップ106に進み、NOx吸蔵還元触媒13上での硫黄被毒脱離反応を促進すべく、プラズマインジェクタ23による燃料からの反応性の高い活性種の生成がなされる。具体的には、まず、ECU22により燃料/空気供給部25、バルブ24および電力供給装置29が制御され、燃料/空気供給部25からプラズマインジェクタ23のプラズマ改質部に燃料が供給され、プラズマインジェクタ23に電圧が印加され、燃料へのプラズマ改質がなされ、反応性の高い活性種の生成がなされる。そして、あらかじめ燃料のプラズマ改質により生成された活性種は、活性種添加ポート26を介して、NOx吸蔵還元触媒13よりも上流の排気中に添加される。

【0054】

ステップ106において、留意すべき点は、あらかじめプラズマインジェクタ23によ

りプラズマ改質され、気化あるいは微粒子化された燃料が、硫黄被毒脱離反応を促進すべく NO_x 吸蔵還元触媒13よりも上流の排気中添加されることである。

【0055】

例えばディーゼル内燃機関において、硫黄被毒回復処理を実行する一手段として、排気中に軽油などの液体燃料を噴霧することが知られている。液体燃料は、噴霧してもすぐには反応せず、 NO_x 吸蔵還元触媒などの排気浄化触媒や配管で気化してから燃焼反応を開始するため、燃料噴霧と酸化燃焼反応開始との間にタイムラグが生じる可能性がある。また、液体燃料は、気化された燃料あるいは微粒子化された燃料と比較して拡散性が低いいため、排気浄化触媒上での反応領域が限定される可能性がある。

【0056】

これに対して、プラズマインジェクタを有する本排気浄化装置においては、あらかじめ気化あるいは微粒子化された還元性の高い改質燃料を排気中に添加することができるため、排気浄化触媒上での硫黄被毒脱離反応の促進および硫黄被毒回復処理可能温度領域の低温化を可能とし、硫黄被毒回復処理時間の短縮化を図ることが可能となる。また、あらかじめ気化あるいは微粒子化された還元性の高い改質燃料を排気中に添加することで、 NO_x 吸蔵還元触媒13上での燃焼反応を促進することができ、硫黄被毒回復処理可能温度への到達時間を低減することをも可能とする。

【0057】

プラズマインジェクタ23による燃料のプラズマ改質から生成される活性種には、低級 HC 、 H_2 あるいは CO などが考えられる。図3に、還元種として軽油、 C_3H_8 、 CO および H_2 のそれぞれを単独で使用した場合において、同じ時間で同じ量の SO_x を触媒から脱離するために必要となる温度の比較であって、反応解析に基づく比較の一例を示す。また、図4に、還元種として軽油および H_2 のそれぞれを単独で使用した場合において、同じ量の SO_x を同じ温度で触媒から脱離させるために必要となる時間の比較であって、反応解析に基づく比較の一例を示す。図3および図4から、プラズマ改質されていない軽油が還元種として使用された場合と比較して、例えば、燃料のプラズマ改質によりもたらされた H_2 を還元種として使用することで、硫黄被毒回復処理可能温度の低温化を可能とし、また、硫黄被毒回復処理時間を短縮することが可能であることわかる。

【0058】

また、硫黄被毒回復処理を実行する一手段として、排気自体をプラズマ改質することで硫黄被毒回復処理の効率化を図ることが知られているが、この場合、排気自体の容量が大きいためにプラズマ改質するためには多大なエネルギーの投入が必要となることが考えられる。これに対して、本排気浄化装置においては、プラズマ改質する燃料量あるいは空気量を $\text{ECU}22$ とバルブ24とが協働して制御でき、且つ、あらかじめ気化あるいは微粒子化された還元性の高い改質燃料を排気中に添加することができるため、容量の大きい排気自体をプラズマ改質する場合と比較して、効率的に硫黄被毒回復処理を実行することが可能となる。

【0059】

ステップ107においては、ステップ106にて実行されたプラズマインジェクタ23による燃料のプラズマ改質による硫黄被毒脱離反応の促進により、 NO_x 吸蔵還元触媒13の硫黄被毒回復処理が終了したか否かの判断がなされる。この判断は、 SO_x 被毒判定手段21の一構成要素となる SO_x 放出量検出手段からの SO_x 放出量情報にもとづいて $\text{ECU}22$ によりなされる。硫黄被毒回復処理が終了していないと判断された場合は、再びステップ106に戻り、プラズマインジェクタ23による燃料のプラズマ改質が実行され、燃料のプラズマ改質は硫黄被毒回復処理が終了したと判断されるまで繰り返し実行される。そして、ステップ107において、硫黄被毒回復処理が終了したと判断されると、次に、ステップ108に進み、プラズマインジェクタ23への電力供給装置29による電圧の印加が $\text{ECU}22$ により停止され、本硫黄被毒回復処理制御の制御ルーチンは終了する。

【0060】

図5は、図2に示す硫黄被毒回復処理制御の制御ルーチンの全体にわたる、NO_x吸蔵還元触媒13の温度推移の一例を示す図である。図5において、T1は硫黄被毒回復処理可能温度への到達時間、T2は硫黄被毒脱離反応時間、T3は硫黄被毒回復処理に費やす全体時間、をそれぞれ示す。また、図5においては、プラズマインジェクタ13を使用した場合と使用しない場合の硫黄被毒回復処理における、T1、T2およびT3の比較を示すべく、プラズマインジェクタ23を使用した場合のNO_x吸蔵還元触媒13の温度推移を実線で示し、プラズマインジェクタ23を使用しない場合のNO_x吸蔵還元触媒13の温度推移を破線で示す。

【0061】

硫黄被毒回復処理可能温度への到達時間T1は、図2に示す硫黄被毒回復処理制御の制御ルーチンにおいては、主としてステップ104に関連し、硫黄被毒脱離反応時間T2は、主としてステップ106に関連する。あらかじめ空気あるいは燃料をプラズマで改質、生成した反応性の高い活性種をNO_x吸蔵還元触媒13よりも上流の排気に添加することができる本排気浄化装置においては、プラズマインジェクタ13を使用しない排気浄化装置と比較して、硫黄被毒回復処理可能温度への到達時間T1および硫黄被毒脱離反応時間T2を短縮化することができ、よって、硫黄被毒回復処理に費やす全体時間T3を短縮化することを可能とする。これにより、燃費の向上を図ることが可能となる。また、硫黄被毒回復処理にかかる時間が短縮されることは、排気浄化触媒が高温にさらされる時間が短縮されることとなり、硫黄被毒回復処理の際に排気浄化触媒が受ける高熱に起因する排気浄化触媒の耐久性能劣化を抑制でき、触媒浄化能力の維持を図ることを可能とする。更に、本排気浄化装置は、プラズマインジェクタを使用しない排気浄化装置と比較して、硫黄被毒回復処理可能な触媒温度の低温化を図ることができ、硫黄被毒回復処理の際に触媒が受ける高熱に起因する触媒耐久性能劣化を抑制でき、触媒浄化能力の維持を図ることを可能とする。

【0062】

尚、本実施形態においては、排気浄化性能を維持すべく硫黄被毒回復処理が必要となる排気浄化触媒としてNO_x吸蔵還元触媒を示したが、硫黄被毒回復処理を必要とする他の排気浄化触媒にも本排気浄化装置の適用は可能である。

【0063】

また、本実施形態においては、硫黄被毒回復処理を実行するに当たって、プラズマインジェクタ13により、空気からプラズマ改質された反応性の高い活性種と、燃料からプラズマ改質された反応性の高い活性種との両方が活用されるような構成とされているが、空気から改質してもたらされた反応性の高い活性種あるいは燃料から改質してもたらされた反応性の高い活性種のどちらか一方の活性種のみが活用されるような構成とされてもよい。

【0064】

更に、本実施形態においては、空気および燃料のそれぞれを一つのプラズマインジェクタ13を使用してプラズマ改質するように構成されているが、空気および燃料のそれぞれを別個のインジェクタでプラズマ改質するように構成されてもよい。プラズマインジェクタ23を、電圧が印加されていないときには、プラズマ化されない燃料のインジェクタとしての機能も果たすことができるとすると、空気および燃料をそれぞれ別個のインジェクタが配置された場合、例えば、空気からプラズマ改質された反応性の高い活性種を排気に添加しつつ、他方のプラズマインジェクタにより、プラズマ改質されていない燃料を排気中に添加することもできる。

【図面の簡単な説明】

【0065】

【図1】本発明の排気浄化装置を自動車用のディーゼル内燃機関あるいは希薄燃焼ガソリン内燃機関に適用した場合の一実施形態を示す模式図である。

【図2】本排気浄化装置が組み入れられた図1に示す内燃機関で実行される硫黄被毒回復処理制御の制御ルーチンの一実施形態を示すフローチャート図である。

【図 3】還元種として軽油、 C_3H_6 、 CO および H_2 のそれぞれを単独で使用した場合において、同じ時間で同じ量の SO_x を触媒から脱離するために必要な温度の比較の一例を示す図である。

【図 4】還元種として軽油および H_2 のそれぞれを単独で使用した場合において、同じ量の SO_x を同じ温度で触媒から脱離させるために必要な時間の比較の一例を示す図である。

【図 5】図 2 に示す硫黄被毒回復処理制御の制御ルーチンの全体にわたる、 NO_x 吸蔵還元触媒 1 3 の温度推移の一例を示す図である。

【符号の説明】

【0066】

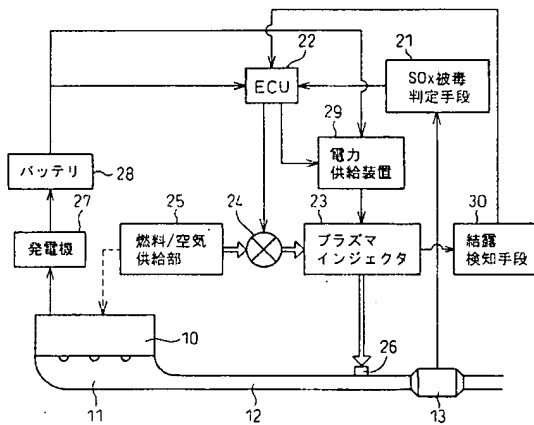
- 10 内燃機関本体
- 11 排気マニホールド
- 12 排気管
- 13 NO_x 吸蔵還元触媒
- 21 SO_x 被毒判定手段
- 22 ECU
- 23 プラズマインジェクタ
- 24 バルブ
- 25 燃料／空気供給部
- 26 活性種添加ポート
- 27 発電機
- 28 バッテリ
- 29 電力供給装置
- 30 結露検知手段

10

20

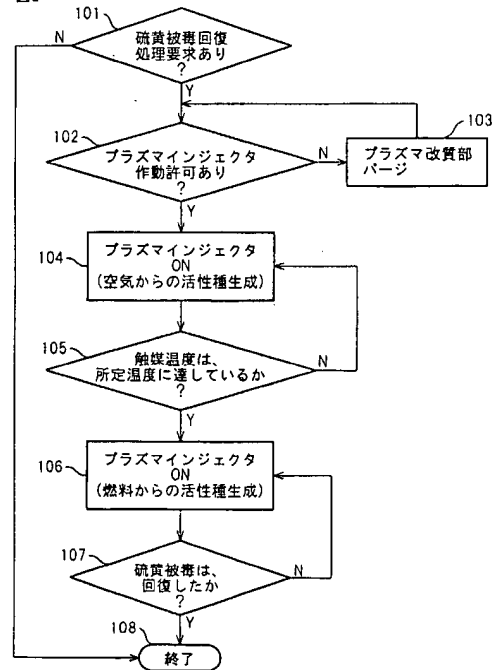
【図 1】

図 1



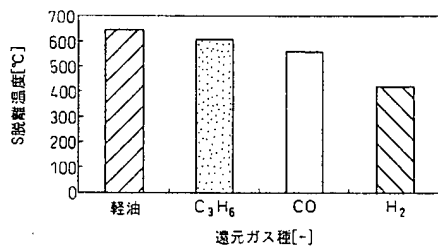
【図 2】

図 2



【図3】

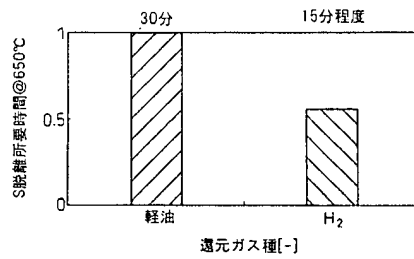
図3



あらかじめSを付着させて被毒させた触媒を還元ガス種を変えて脱離させたときのS脱離温度

【図4】

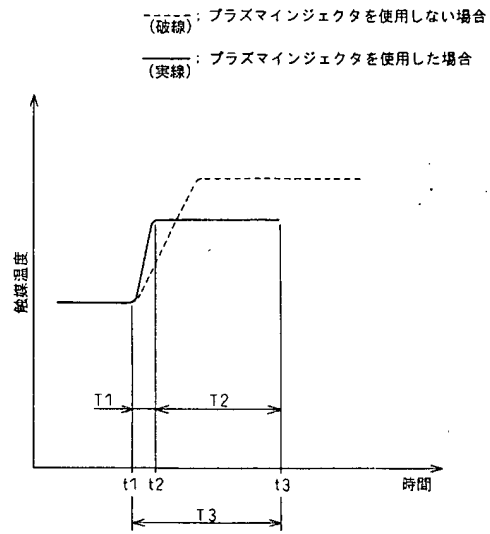
図4



あらかじめSを付着させて被毒させた触媒を同じ温度で脱離させた時の、脱離終了までの所要時間

【図5】

図5



フロントページの続き

(51)Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B O I J 19/08 (2006.01)	F O I N 3/20	B
	F O I N 3/36	K
	F O I N 3/36	L
	F O I N 3/36	M
	B O I J 19/08	E

(72)発明者 井部 将也
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 祖父江 優一
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 松原 宏幸
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 垣花 大
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 平田 裕人
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 石橋 一伸
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 3G091 AA12 AA17 AA18 AB05 AB06 AB09 AB14 BA04 BA08 BA11
BA14 BA22 BA31 BA33 CA01 CA18 CA19 CA21 CA23 DB10
DC06 EA00 EA08 EA17 EA18 EA34 EA35 FC01 FC04 FC07
HA42
4D048 AA06 AB02 AB07 BC01 EA03 EA04
4G075 AA03 AA30 AA62 BA05 BD14 CA47 CA51